

"Die Invasion der Physiker": Naturwissenschaft und Soziologie in der Netzwerkanalyse

Stegbauer, Christian

Veröffentlichungsversion / Published Version
Sammelwerksbeitrag / collection article

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Stegbauer, C. (2008). "Die Invasion der Physiker": Naturwissenschaft und Soziologie in der Netzwerkanalyse. In K.-S. Rehberg (Hrsg.), *Die Natur der Gesellschaft: Verhandlungen des 33. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Soziologie in Kassel 2006. Teilbd. 1 u. 2* (S. 1060-1077). Frankfurt am Main: Campus Verl. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-152912>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

»Die Invasion der Physiker«* – Naturwissenschaft und Soziologie in der Netzwerkanalyse

Christian Stegbauer

1. Die Invasion der Physiker¹

Im vorliegenden Beitrag wird beschrieben, wie Wissenschaftler einer Disziplin in ein bereits etabliertes Forschungsgebiet eindringen und dort sehr erfolgreich sind. Es werden Ursachen für diesen Erfolg, der wohl mit der Struktur der Wissenschaftsberichterstattung zusammenhängt, aufgezeigt. Ferner wird der Versuch unternommen, die Bedeutung dieser Tatsache für die Soziologie abzuschätzen und es werden mögliche wissenschaftsprogrammatische Folgen daraus abgeleitet.

Im Jahre 2002 erscheint das Buch »Linked« von Albert-László Barabasi. Es trägt den Untertitel »The New Science of Networks«. Das Buch wird sofort wissenschaftlicher Bestseller. Einen fast noch höheren Bekanntheitsgrad erreicht das bereits drei Jahre vorher erschienene Buch »Small Worlds« von Duncan Watts. Dieses Buch wurde zunächst mit dem Untertitel »The dynamics of networks between order and randomness« publiziert und 2003 in einer Neuauflage mit etwas erweitertem Umfang mit dem Titel »Six Degrees. The Science of a Connected Age«. Später erscheint noch ein gemeinsames Buch von Watts und Barabasi, zusammen mit Mac Newman, einem weiteren Physiker unter dem Titel »The Structure and Dynamics of Networks«. Die beiden Hauptautoren Watts und Barabasi veröffentlichten einige Artikel in *Nature*, *Science* und Watts sogar einen Artikel im *American Journal of Sociology*. Ein weiteres Buch in diesem Umkreis ist vielleicht noch erwähnenswert, »Small Worlds« von Mark Buchanan. Der Autor ist ebenfalls theoretischer Physiker, arbeitet aber als Wissenschaftsjournalist für *Nature* und *New Scientist*. Die amerikanische Originalausgabe erschien 2002 unter dem Titel »Nexus«, die deutsche Übersetzung im gleichen Jahr bei Campus mit dem Untertitel »Das Universum ist zu klein für Zufälle«.

* Der Titel ist angelehnt an die Rezension von Phil Bonacich (2004) zu den Büchern der Physiker.

¹ Im vorliegenden Beitrag wird der in der deutschen Sprache gewöhnliche Genus verwendet, hiermit ist nicht die Interpretation als Sexus gemeint!

Vielleicht noch eine Anmerkung zu den Publikationen: Alle genannten Bücher haben weitestgehend den gleichen Inhalt. Das letzte Buch von Watts verfügt auch über einige soziologische Anknüpfungspunkte.

Berichte und Rezensionen über die Bücher werden, unter anderem in der New York Times, im Economist, Science Magazine, New Scientist und in Nature abgedruckt und sorgen für die Wahrnehmung der Bücher in einer breiten Öffentlichkeit. Barabasi ist Physiker an der Universität von Notre Dame in Indiana, USA; Duncan Watts ist promovierter Physiker, lehrt aber auch Soziologie an der Columbia University in New York.

Die Bedeutung der Bücher lässt sich leicht feststellen, wenn wir etwa die Einträge bei »scholar.google.com« mit einigen bekannten soziologischen Werken vergleichen.

Autor	Werk	Einträge (circa-Werte)
Granovetter, Marc	Aufsatz 1973: Strength of weak ties	3.900
Watts, Duncan; Strogatz, Steve	Aufsatz 1998: Collective dynamics of »small-world« networks, in <i>Nature</i>	3.400
Merton, Robert King	Social Theory and Social Structure	2.200
Beck, Ulrich	Buch 1986: Risikogesellschaft	1.700
Weber, Max	Buch 1922: Wirtschaft und Gesellschaft	1.500
	Engl. Ausgabe	1.400
Habermas, Jürgen	Buch 1981: Theorie des kommunikativen Handelns	1.400
Luhmann, Niklas	Buch 1984: Soziale Systeme	1.300
Albert, Jeong, Barabasi	Aufsatz 1999: Diameter of World Wide Web in <i>Nature</i>	1.300
Watts, Duncan	Buch 1999: Small Worlds	1.100
Watts, Duncan	Buch 2003: Six Degrees	350
Simmel, Georg	Buch 1908: Soziologie	300
Barabasi, Albert-Lászlo	Buch 2002: Linked	250

Tabelle 1: Vergleich einiger bekannter soziologischer Werke mit Texten der Physiker (Anzahl Erwähnungen in scholar.google.com, 08.09.2006)

Zwar ist Google hier sicherlich nicht repräsentativ für das Universum wissenschaftlicher Zitate, um aber einen Eindruck der Bedeutung der Werke der Physiker zu vermitteln ist es allemal geeignet.

2. Der Stein des Anstoßes – Die »neue Wissenschaft von den Netzwerken«

2.1 Wie Physiker an soziologische Fragestellungen herangehen

In den Büchern wird geschildert, wie die Autoren an ihre Arbeiten, die etwa ab Mitte der 1990er Jahre begannen, herangegangen sind. Die beiden Hauptakteure Barabasi und Watts² teilen dieselben oder ganz ähnliche Anknüpfungspunkte: Das »Small World«-Experiment von Stanley Milgram (1967). Watts berichtet von dem Beginn seiner Arbeit zusammen mit Steve Strogatz, einem Mathematiker und Physiker:

»Back when Steve Strogatz and I started our work together, we didn't know any of this. Neither of us had the foggiest idea about Rapoport or Granovetter, or really anything about social networks at all. We both knew some physics – in fact, I had majored in it at college.« (Watts 2003: 69); »After I spent a month at home in Australia to think about it, we met in Steve's office in January 1996 and made up our minds: we would go alone. Telling almost nobody and reading virtually nothing, we would drop the crickets project and have a go at building some very simple models of social networks to look for features like the small world phenomenon. No doubt feeling that he needed to protect me from myself, Steve insisted that we give it only four month – a single semester – after which, if we hadn't made some significant progress, we would concede defeat and return to the crickets. At worst, my graduation would be delayed by a semester, and if it would make me happy, well, why not?« (Watts 2003: 70)

Aus Watts Sicht mag diese Herangehensweise sogar ein Vorteil gewesen sein, denn das Befassen mit relevanter Literatur auf diesem Gebiet hätte sie möglicherweise davon abgehalten überhaupt erst mit den Arbeiten zu beginnen oder in die bereits vorhandenen Denkmuster zu verfallen. So wie Watts es beschreibt, war es Watts und Strogatz auch klar, dass sie möglicherweise das Rad neu erfinden würden.³

Bei all der Unbefangenheit mit der zahlreiche Physiker offenbar an die Fragestellungen herangehen, scheint vielen von ihnen ein starkes Maß an Selbstbewusstsein eigen zu sein. Physikern kann man, wie anderen Gruppen auch, Eigenschaften anheften, die mal mehr, mal weniger zutreffend sein werden. Sagen wir einmal, es handelt sich um Vorurteile, die oft einen wahren Kern haben, in ihrer Generalisierung aber immer fehl gehen, wie man als Soziologe wissen sollte. Dennoch, und im

2 Die Berufsbezeichnungen der Akteure sind in den verschiedenen Veröffentlichungen nicht für alle ganz eindeutig: Barabasi ist und bleibt Physiker, aber Strogatz und Watts werden gelegentlich (etwa Buchanan 2002) als Mathematiker bezeichnet, Watts wird später auch als Soziologe bezeichnet und tatsächlich lehrt er auch Soziologie an der New Yorker Columbia University.

3 So ziemlich der einzige Soziologe, der unter den Physikern bekannt ist, ist Mark Granovetter, von dem Watts schreibt, er sei in Vergessenheit geraten. Granovetters (1973) Aufsatz »The strength of weak ties« hingegen zählt zu den am meisten zitierten soziologischen Papieren überhaupt.

Folgenden handelt es sich um ein Zitat von einem der Physiker, um die es hier geht, selbst. Es betrifft auch ein Stück weit das Selbstverständnis dieser Fachwissenschaftler.

»Physicists, it turns out, are almost perfectly suited to invading other people's disciplines, being not only extremely clever but also generally much less fussy than most about the problems they choose to study. Physicists tend to see themselves as the lords of the academic jungle, loftily regarding their own methods as above the ken of anybody else and jealously guarding their own terrain.« (Watts 2003: 62) »The observation that very different systems can exhibit fundamental similarities is generally referred to as universality, and its apparent validity presents one of the deepest and most powerful mysteries of modern physics. It is mysterious because there is no obvious reason why systems as different as superconductors, ferromagnets, freezing liquids, and underground oil reservoirs should have anything in common at all.« (Watts 2003: 65)

Man kann zeigen, dass eine ganz ähnliche Sichtweise schon die Naturwissenschaftler zu Anfang des 20. Jahrhunderts prägte. Max Weber deutet dies in seiner Besprechung zu Ostwalds »Energetischer Kulturtheorie« 1909 an:

»Zwar hat Ostwald einleitend selbst den Vorbehalt gemacht, daß er sich bewußt sei, nur eine Seite der »Kulturerscheinungen« zu behandeln, und dies ist unbedingt anerkennenswert gegenüber dem »Weltformel«-Bedürfnis mancher anderen naturalistischen Denker. Allein sein Unstern will es, daß er noch an die längst veraltete »Comtesche Hierarchie der Wissenschaften« glaubt und diese dahin interpretiert (S. 113 unten), daß die Begriffe der auf den unteren Staffeln der Pyramide stehenden »allgemeineren« Disziplinen für alle höheren, d.h. »weniger allgemeinen« Wissenschaften zur Geltung gelangen, für diese also »grundlegend« sein müßten. Er wird ungläubig den Kopf schütteln, wenn man ihm sagt, daß für die ökonomische Theorie (den spezifischen Bestandteil der ökonomischen Disziplinen, der sie von den anderen trennt), nicht nur jene Begriffe gar keine, auch nicht die geringste, Rolle spielen, sondern daß für die Nationalökonomie überhaupt gerade die allgemeinsten, d.h. abstraktesten und deshalb sich von der Alltagserfahrung am weitesten entfernenden Theoreme der »allgemeineren« Disziplinen gänzlich belanglos sind.« (Weber 1999, orig. 1909: 387f.)

Zwischen dem, was Weber »Weltformel« nennt und der Anwendbarkeit der Erkenntnisse der netzwerkforschenden Physiker besteht allerdings der kategoriale Unterschied, dass trotz eines weitreichenden Anspruchs keine Weltformel entdeckt werden sollte. Klar aber wird, dass die Ambitionen der Naturwissenschaftler viel weitreichender sind, als die der Soziologen. Selbst die Soziologie als empirische Wissenschaft ist hier offenbar noch durch geisteswissenschaftliche Grenzen oder zumindest durch die von Merton (1968) selbst verordnete Beschränkung auf die mittlere Reichweite gehandicapt.

Im Gegensatz zu den Soziologen steht für die Physiker, wie Watts, in seinem Zitat behauptet, der Anspruch im Raum, allgemeingültige Gesetze zu finden. Eine »mittlere Reichweite«, das heißt eine Beschränkung auf die Erklärung weniger Phänomene oder eine Beschränkung auf eine Kultur, würde den Wissenschaftlern

kaum genügen.⁴ Als Fachwissenschaft, ist die Soziologie aber von sich aus auf ihr Gebiet beschränkt. Das bedeutet, dass die Sozialwissenschaftler kaum auf die Idee kommen würden, dass ihre Theorien auch auf andere nicht soziale Phänomene anwendbar seien. Solche fachwissenschaftlichen Grenzen scheinen viele Naturwissenschaftler nicht zu kennen.

Wenn die Gesetze, wie Power Law und Small Worlds auf alle Gesellschaften gleichermaßen zutreffen würden, dann könnte man dies als eine Kritik an der Selbstbeschränkung der Soziologie, nämlich Soziales nur aus Sozialem zu erklären, auffassen. Dann gäbe es immer gültige Regeln, die offenbar nicht aus Sozialem ableitbar wäre, sondern, die »naturgesetzmäßig« Gültigkeit beanspruchen würden. Handelte es sich dann überhaupt noch um Soziologie?

Physiker behandeln die Struktur von Beziehungen als eine Gesetzmäßigkeit – der Strukturgedanke kommt aber auch in der Soziologie vor. So wäre für den Physiker etwa die Kombination von »Small World« und »Power-Law« bezüglich der Verteilung von Sexualkontakten für die Verbreitung von AIDS bedeutsam. Wenn etwa ein »Hub«, ein Infizierter mit einer Menge von Sexualkontakten die Beschränktheit von »Small Worlds« überbrückt, dann ist dies etwas, was mit den beiden Verteilungsgesetzen erklärt werden kann. Fragt man aber, warum es »Small Worlds« bei Sexualkontakten (Liljeros et al. 2001) gibt, warum »Hubs« existieren, welches die Bedingungen zur Entstehung solcher Kontakte sind, was die Triebfedern für die historischen Entwicklung dorthin ausmachten, darauf geben die Physiker keine Antwort. Solche Fragen lassen sich nicht unter der Prämisse der allgemeinen Strukturgesetzmäßigkeit beantworten.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen Physikern und Sozialwissenschaftlern⁵ ist, dass Soziologen eher deskriptiv mit Netzwerken umgehen, während die Physiker modellieren möchten, um zu allgemeiner gültigen Aussagen zu kommen.⁶

2.2.1 Anwendungen der Physiker

Anwendungen, um die sich die Physiker kümmern sind tatsächlich solche, die soziale Netzwerkforschern kaum als ihre eigenen Fragestellungen ansehen würden, ja für die ihnen mit Sicherheit die Phantasie fehlt, etwa:

4 Im Umkreis der Soziologie findet man durchaus den Anspruch auf umfassende Erklärungen. Man denke nur an »Rational Choice« oder die Systemtheorie.

5 Das mag nicht unbedingt für alle Sozialwissenschaftler gelten, jedoch ist mir kein Sozialwissenschaftler bekannt, der »Gesetze« in ähnlicher Allgemeinheit formuliert hätte, wie die Physiker, um die es hier geht.

6 Simulationen und die Bildung und Analyse von Modellen sind nicht alleinige Domäne der Physiker, auch hier finden sich zahlreiche Soziologen, die sich mit solchen Themen befassen.

- Die Steuerung der Leuchtpulse von Glühwürmchen auf Papua-Neuguinea
- Das Stromverteilungsnetz in Nordamerika
- Die Kontakte von Neuronen innerhalb der Cerebralcortex im Hirn
- Der Geruchssinn von Heuschrecken
- Der Metabolismus, also die Energieaufnahme und -verarbeitung einer Zelle
- Der Zusammenhang von Worten der menschlichen Sprache
- Nahrungsketten in Ökosystemen
- Der Aufbau des Internet

Interessanter für uns Soziologen ist schon:

- Die Verteilung von Beischlafhäufigkeit und die Anzahl von Partnern
- Die Struktur von Freundesnetzwerken
- Die Verbreitung von Krankheiten
- Diffusionstheorie (die Verbreitung von Innovationen und Ideen).

Schaut man sich einige der Publikationen der Netzwerk-Physiker an, dann wird man der schrankenlosen Herangehensweise gewahr: Es findet sich keine Beschränkung auf ein Fachgebiet, genau so, wie es Watts (in obigem Zitat) schilderte. Es werden eben nicht nur soziale Phänomene analysiert – die Physiker vermuten, ein »allgemeines« Prinzip gefunden zu haben, welches auf soziale Beziehungen genauso anwendbar ist, wie auf die Stromversorgung oder die Organisation der von Zellen in der Biologie und das WWW (Oltvai/Barabási 2002). Dort, wo menschliche Beziehungen ins Spiel kommen, werden die Analysen der Physiker dann auch als Soziologie deklariert (Barabasi 2005). All das, so die Behauptung (etwa Buchanan 2002) folge denselben quasi universalen Strukturgesetzmäßigkeiten. Es handelt sich um eine »Small World Struktur« und/oder eine »Power Law Verteilung.« Eine »Power Law Verteilung« bei der auf wenige viel und auf viele wenig entfällt (in diesem Zusammenhang sind dies meist Beziehungen) folgt keiner Skala oder Normalverteilung und wird deswegen als »Scale Free« bezeichnet.

Damit sind die beiden einzigen Innovationen der »New Science of Networks« auch schon genannt. Dabei ist umstritten, ob es sich dabei tatsächlich um grundlegende Innovationen handelt.⁷ Die Physiker ignorierten nämlich weitgehend die Entwicklungen, die in den Disziplinen Ethnologie, Sozialpsychologie und Soziologie gemacht wurden.

⁷ Siehe beispielsweise Zitat David Lazer in diesem Beitrag oder Vortrag von John Scott anlässlich eines Vortrags an der Universität Zürich im Oktober 2005 (ASNA Tagung).

2.2.2 Soziologie und andere Disziplinen in der Entwicklung der Netzwerkanalyse

Die Soziologie hat dagegen hinsichtlich ihrer Beteiligung an den Entwicklungen in der Netzwerkanalyse einiges zu bieten: Vorläufer der sozialen Netzwerkanalyse finden sich schon in Simmel (1908), der freilich kein Empiriker war, sehr wohl aber einige Ideen beisteuerte, die immer noch nicht systematisch für die Netzwerkanalyse nutzbar gemacht wurden. Lange vor Simmel definierte Auguste Comte die Soziologie – er wollte die »Gesetze sozialer Beziehungen« untersuchen. Auch die Ethnologie war wesentlich an der Einführung der Netzwerkanalyse beteiligt. Bekannt geworden ist beispielsweise die »Manchester School«, mit verschiedenen Akteuren, wie J. Clyde Mitchell, John A. Barnes, Siegfried Nadel, Radcliffe-Brown und andere. Auch einige Sozialpsychologen leisteten wichtige Vorarbeit, so Moreno mit der Entwicklung der Soziometrie und Heider mit seinen Überlegungen zur Balance-Theorie. Ein wesentlicher Durchbruch ist aber Harrison White Anfang der 1970er Jahre mit der Einführung der Blockmodellanalyse gelungen. Die meisten der heute prominenten Forscher auf dem Gebiet der sozialen Netzwerkanalyse sind bei White Mitarbeiter (Tutoren oder Hilfskräfte) im legendären Kurs an der Harvard Universität »Social Relations No. 10« (Mullins 1973; Schwartz 1966) gewesen. Freeman (2004), der eine Geschichte der sozialen Netzwerkanalyse geschrieben hat, weist darauf hin, dass eine ganze Reihe von Vorläufern der Netzwerkanalyse systematisch Beziehungsdaten sammelte und aufbereitete. Auch hinsichtlich graphischer Analysen und der der Netzwerkanalyse unterliegenden Mathematik gab es Vorläufer.

Schon seit mehr als 30 Jahren gilt die soziale Netzwerkanalyse innerhalb der amerikanischen Soziologie als eine der wichtigsten Strömungen (Mullins 1973). Nie aber wurde ihr bis dahin eine so große Öffentlichkeit zuteil, wie Barabasi und Watts mit ihren Büchern und Aufsätzen.

Moderne soziale Netzwerkanalyse gibt es noch nicht so lange. Überhaupt gibt es Probleme mit der Definition der modernen sozialen Netzwerkanalyse. Ein soziales Netzwerk ist formal gesprochen nichts anderes als »a finite set or sets of actors and the relation or relations defined on them« (Wassermann/Faust 1994: 20).

Freeman (2004: 3) definiert Netzwerkanalyse angesichts der nicht vorhandenen Geschlossenheit des Methoden- und Theoriekanons in diesem Feld rein operationalistisch. Er meint, dass vier Komponenten zusammen kommen müssten, um von moderner sozialer Netzwerkanalyse zu sprechen:

1. »Social network analysis is motivated by a structural intuition based on ties linking social actors,
2. It is grounded in systematic empirical data,
3. It draws heavily on graphic imagery, and

4. It relies on the use of mathematical and/or computational models.«

Wenn man Freemans Definition anwendet, dann sind die Entwicklungen in Harvard (Breiger/White 1975) so ziemlich die ersten, die tatsächlich Netzwerkanalyse anwendeten. Beginnen wir bei Vorläufern, wie Moreno oder gar Simmel, dann lässt sich der Wettlauf mit den mathematisch orientierten Physikern um den ersten Netzwerker kaum gewinnen. In den verschiedenen Büchern wird sich auf den Mathematiker Leonard Euler (1736), der das Königsberger Brücken Problem als erste löste. Die Frage lautete, ob es einen Weg gibt, mit dem man alle sieben Brücken überschreitet und jede lediglich einmal.⁸

2.2.3 Was ist neu an der »New Science of Networks«?

Über die Bücher und Zeitschriftenartikel, aber insbesondere darüber, dass Barabasi, »The New Science of Networks« erfindet, ergibt sich innerhalb der Fachöffentlichkeit der gesellschaftswissenschaftlichen Netzwerkforscher einiges an Irritationen. Aus der Perspektive der Sozialwissenschaft (vor allem Sozialpsychologie, Ethnologie und Soziologie) dauert die Geschichte der Netzwerkanalyse zu dem Zeitpunkt als Barabasi die Netzwerkwissenschaft »neu« erfindet bereits, je nachdem welcher Publikation die Entstehung zugerechnet wird,⁹ wesentlich mehr als ein halbes Jahrhundert an. Obgleich die soziale Netzwerkanalyse zu diesem Zeitpunkt, je nachdem, wann man ihren Beginn verortet, bereits 50 oder 70 Jahre alt ist, offenbart die »Neuerfindung«, dass die Physiker kaum an die vorhandene Tradition anschließen.

Ein Teil der fachöffentlichen Rezeption der Bücher und der Artikel der Physiker ist innerhalb der Netzwerkanalytiker in der Mailingliste der sozialen Netzwerkforscher in langen und mehrmals wieder aufflammenden Diskussionssträngen dokumentiert. Insbesondere wird an den Büchern kritisiert, dass nur sehr wenige der zahlreichen und wesentlichen Erkenntnisse, die aus den Sozialwissenschaften stammen und die in vielen Büchern und Fachzeitschriften veröffentlicht wurden, Beachtung bzw. Erwähnung finden. Barabasi, so die Kritik, erfindet seine eigene Netzwerkwissenschaft und auch eine eigene Geschichte und er beruft sich dabei vor allem auf den Mathematiker Paul Erdős.

Bei der Diskussion in der Mailingliste der sozialen Netzwerkforscher handelt es sich nicht unbedingt um die Dokumentation einer Schließungsreaktion gegenüber

⁸ Auf eine genaue Zitierung wird hier verzichtet, denn das Beispiel findet sich in (fast) allen eingangs erwähnten Büchern der Physiker.

⁹ Der Begriff des Netzwerks wird Radcliffe-Brown (1940) zugerechnet, aber Moreno (1933) von der methodologischen Seite und Simmel (1908) von der theoretischen Seite haben mit ihren Beiträgen Anteil als Vordenker der Netzwerkanalyse.

Neuankömmlingen als solche, vielmehr kann man dies so interpretieren, dass durch die Reaktion versucht wird, das Erreichte zu bewahren und nicht den Neuankömmlingen einfach das Feld zu überlassen. Es handelt sich um die Forderung, dass die bislang geleistete Arbeit entsprechend gewürdigt wird. Es schmerzt die Netzwerkforscher, wenn Leute als »Erfinder« in den hoch angesehensten Publikationsorganen gefeiert werden, die gar nicht auf die Erkenntnisse der Alten aufbauen. Die Abwehrhaltung eint die alten Netzwerkforscher und formt, was zuvor vielleicht noch gar nicht so sichtbar war, die Anhänger dieser Methodik zu einer Gemeinschaft und sei es nur eine imaginierte Gemeinschaft (siehe Anderson 1983).

Date: Mon, 27 Jan 2003 11:58:46 -0500
 From: David Lazer <David_Lazer@HARVARD.EDU>
 Subject: Re: Erroneous facts/NyT article on social networks
 To: SOCNET@LISTS.UFL.EDU

A couple of questions:

(1) What exactly is and is not new in the recent research in scale free networks? Clearly, the importance of »hubs« has been known for a long time, although the power law research clearly accents those findings. As the e-mails below discuss, there was some work on this going back on »scale free« type ideas to at least the 1940s, and I've heard some allusions to work going back to the 1920s. Exactly what was found, however, is still a vague to me, and certainly had not been part of the core of social network attention for a while. Some other power law type research, e.g. city size, earthquake distribution, war casualty distributions, etc, goes back many decades, with spikes in attention with the work on »self-organized criticality« in the 90s, and, before that, on firm size in the econ lit in the 1950s and 60s. (I also bet that number of responses to socnet e-mails is power law distributed, most queries generating few responses, and a few, such as this generating a large number.)

(2) What networks tend to be scale free, and what networks not? The interpersonal data I tend to work with I'm pretty sure tend to be normally distributed. Many other kinds of networks, as Barabasi and others have shown, are power law distributed in in-degree. If one were to survey social network data sets, and categorize them by type of distribution of in-degree, what would the categories be, and what would be the variables underlying those categories? Has this been done?

David

Tabelle 2: E-Mail von David Lazer, in der er sich kritisch zu den Erkenntnissen der Physiker äußert.

Offenbar wird die Zuwendung (Bonacich 2004; Yair 2002)¹⁰ einer Naturwissenschaft zu einem etablierten sozialwissenschaftlichen Fachgebiet in der fachwissenschaftlichen Öffentlichkeit ganz anders gesehen, als in der wissenschaftlich interessierten breiten Diskussion. Aber warum werden Erkenntnisse der Physiker eher in der Öffentlichkeit wahrgenommen als die Arbeiten der Sozialwissenschaftler? Handelt es sich um neue Erkenntnisse? Was ist an diesen Erkenntnissen tatsächlich neu?

Auffällig ist, dass, obgleich im gesamten Feld der Netzwerkanalyse soziologische Theorien für die Erklärung von sozialen Phänomenen dominieren, durchaus neue Methodenentwicklungen und Anwendungen des formalen und statistischen Vorgehens aus der Physik sowohl von Nature, als auch von Science wahrgenommen werden. Über diese Leitmedien der Wissenschaftsöffentlichkeit werden diese Aspekte dann dem breiten Publikum vorgeführt. Dabei sind, wie Freeman (2004) gezeigt hat, Physiker und Mathematiker in Zusammenarbeit mit Sozialwissenschaftlern schon immer in vorderster Front bei der Entwicklung der Methoden und der Theorien der Netzwerkforschung dabei gewesen. Sie waren aber entweder in die Soziologie gut integriert und als Soziologen tätig (bspw. Harrison White) oder eher »Hilfen« der Soziologen (etwa Samuel Leinhardt für James Davis).

3. Warum ist der Erfolg der Physiker in der Netzwerkanalyse größer als der der Soziologen?

Es muss gefragt werden, warum Physiker so einen Erfolg verbuchen können, während die anderen Sozialwissenschaftler seit Jahren an den Problemen arbeiten und offenbar dabei nicht so wirksam geworden sind. Sind naturwissenschaftliche Ergebnisse bedeutender als sozialwissenschaftliche Erkenntnisse?

Eine Erklärung dafür könnte sein, wo die Physiker ihre Erkenntnisse veröffentlichen. In den großen naturwissenschaftlichen Zeitschriften Nature, Science und New Scientist. Diese Zeitschriften verfügen nicht nur über einen hohen »Impact Faktor«, das ist ein Maß, nach dem Zitierungen einer Zeitschrift in anderen Fachzeitschriften gemessen werden. Nature wirbt etwa auf seiner Webseite mit einem Impact Factor von 30,4. In der Tabelle ist er noch etwas niedriger.

10 Gad Yair in einer E-Mail am 01.12.2002 an die Socnet-Mailingliste.

Rang	Abgekürzter Zeitschriftentitel	Impact Faktor
1	CA-CANCER J CLIN	49.794
2	ANNU REV IMMUNOL	47.400
3	NEW ENGL J MED	44.016
4	ANNU REV BIOCHEM	33.456
5	NAT REV CANCER	31.694
6	SCIENCE	30.927
7	NAT REV IMMUNOL	30.458
8	REV MOD PHYS	30.254
9	NAT REV MOL CELL BIO	29.852
10	CELL	29.431
11	NATURE	29.273
12	NAT MED	28.878
13	PHYSIOL REV	28.721
14	NAT IMMUNOL	27.011
15	NAT GENET	25.797
16	ANNU REV NEUROSCI	24.184
17	ANNU REV CELL DEV BI	23.690
18	LANCET	23.407
19	JAMA-J AM MED ASSOC	23.332
20	NAT BIOTECHNOL	22.738

Tabelle 3: Impact Faktoren von wissenschaftlichen Zeitschriften¹¹

Es ist aber nicht nur der Impact Faktor, mit dem man misst, inwiefern Artikel in dem jeweiligen Medium in anderen Fachzeitschriften zitiert werden, was viel wichtiger ist, ist die Frage, wie wissenschaftliche Erkenntnisse zum Allgemeingut werden. Wie überspringen Fachaufsätze das engere Wissensgebiet und werden dann von einer breiteren Öffentlichkeit wahrgenommen? Inhalte aus der Naturwissenschaft kommen vor allem über die Wissenschaftsberichterstattung in der Öffentlichkeit und damit auch bei den Sozialwissenschaften an. Und die naheliegende Frage, wie ein solcher Prozess verläuft, beantworten die Autoren einer Studie des Medienhauses Wien. Die Studie ist im Zusammenhang mit der Weiterbildung von Wissenschaftsjournalisten entstanden. Es wurde herausgefunden, dass vor allem die Zeitschriften »Nature« und »Science« (auch New Scientist) die Agendasetter der Wissenschaftsberichterstattung seien. Knapp die Hälfte der Berichte in österreichischen

¹¹ Die Tabelle stammt von der Website <http://www.sciencegateway.org/impact/if2005c.htm> (11.09.2006).

Tageszeitungen, Online-Portalen und Magazinen stammte aus Fachmedien, wie den genannten anglo-amerikanischen Wissenschaftszeitschriften (Taschwer 2006).

Das bedeutet, dass viele der Wissenschaftsjournalisten bis zum Erscheinen der verschiedenen Aufsätze in *Nature* und *Science* nichts oder nur wenig von der sozialen Netzwerkanalyse gehört hatten. Wenn die dort veröffentlichten Erkenntnisse nun als etwas Neues vorgetragen werden, dann erhöht dies zusätzlich den Wert der Mitteilung. Was macht die Attraktivität der Erkenntnisse aus? Und warum nehmen die Magazine die Aufsätze auf und weshalb ist das Echo darauf so groß?

Von den 59 wissenschaftlichen Artikeln (Barabasi Homepage), die Barabasi verfasst oder an denen er mitgeschrieben hat, sind 12 in *Science* oder *Nature* erschienen. Bei Duncan Watts sind von 12 auf seiner Homepage verzeichneten Peer-reviewed Artikeln drei in *Science* oder *Nature* erschienen, einer übrigens auch im *American Journal of Sociology* (Watts Homepage). Beide Autoren haben ebenfalls Beiträge für *Scientific American* geschrieben. Es ist nicht nur die Zahl der Aufsätze, die in diesen prominenten Magazinen erschienen ist, es sind auch die Inhalte, die zu einer Verbreitung beigetragen haben. Bei Barabasi ist beispielsweise »The diameter of the world wide web« zu nennen, das Thema Internet knüpft unmittelbar an die Erfahrung der meisten Leser an und ist somit dazu geeignet, darüber zu berichten. Ganz ähnlich ist es mit dem Small World Phänomen – wer hätte nicht die Erfahrung gemacht, im Urlaub wildfremde Leute zu treffen, mit denen man gemeinsame Bekannte hat. Auch hier finden sich Anknüpfungspunkte für eine weitere Öffentlichkeit. Für Wissenschaftsjournalisten sind solche auch im Alltag relevanten Themen ein gefundenes Fressen, weil sie damit rechnen könnten, dass dies die Zeitungsleser oder Radiohörer interessieren könnte.

Man kann also annehmen, dass die Artikel in den Fachzeitschriften vor allem die Aufnahme von Veröffentlichungen über diese Erkenntnisse in den Publikumszeitschriften und Zeitungen begünstigte. Eine solche breite Berichterstattung sagt den Verlegern, dass es sich lohnen könnte, ein Buch darüber zu veröffentlichen und dafür Werbung zu machen. Bücher von Autoren der Magazine *Science* und *Nature* werden dort sicherlich, besonders wenn deren Aufsätze in diesen Zeitschriften solche Beachtung gefunden haben, eher als andere besprochen. Dies wiederum wird auch die Wissenschaftsjournalisten dazu anregen, über die Neuerscheinungen zu berichten. Mit anderen Worten, es entsteht ein sich selbst nährender Öffentlichkeitszyklus, der durchaus strukturell dem von den Physikern beschriebenen Phänomenen des Power Law entsprechen kann. Und tatsächlich haben die bekanntesten Zeitungen und Zeitschriften darüber geschrieben: von *New York Times*, *Washington Post*, *USA Today*, *International Herald Tribune*, *Newsweek*, *New Yorker*, *New Scientist* und vielen anderen mehr, auch Radio- und Fernsehsender berichteten.

Neben den für die breite Öffentlichkeit interessanten Themen gibt es noch einen Grund dafür, dass die Rezeption der Werke der Physiker so breit war. Diese

Ursache wurde oben bereits angesprochen. Es hat zu tun mit dem Anspruch der Physiker, ein über das betrachtete Phänomen hinausragendes Gesetz aufzustellen. Das bedeutet, dass sich die Fachwissenschaften alle, mit dem Beispiel, an dem die Generalisierungen demonstriert werden, auseinander setzen müssen. Die Physik wird damit zu so etwas wie einer Schnittstellenwissenschaft,¹² durch die unterschiedliche Fachgebiete miteinander verbunden werden. Neben der Soziologie finden sich die Ansätze der betrachteten Physiker vor allem in der Biologie.

Die Bücher von Watts und Barabasi sind spannend geschrieben und der Forschungsprozess ist dort tatsächlich so aufbereitet, dass sie auch der Laie versteht. Man kann fast sagen, dass es sich um »Forschungskrimis« handelt. Genau das ist es, was eine breitere Öffentlichkeit verlangt und was für andere Fachwissenschaftler ebenfalls von Interesse ist. Die verwendete Mathematik ist dagegen nicht sehr anspruchsvoll und die beiden »Innovationen« relativ bescheiden.¹³

Fachwissenschaften wie die Soziologie haben nicht unbedingt den Anspruch auf dem Feld der Konkurrenz zu grasen, zudem wenn sie vermeintlich noch so weit entfernt ist wie die Physik. Berührungspunkte für die Soziologie finden sich schon mit einigen Naturwissenschaften beispielsweise der Biologie, die viele soziale Prozesse als Ergebnis »natürlicher« Regeln ausgibt, ohne soziologische Erkenntnisse zu beachten und zur Medizin gibt es eine Reihe von Anknüpfungspunkten.

4. Bedeutung für die Soziologie

Warum aber wird die Leistung der Soziologie nicht entsprechend gewürdigt? Es scheint, als hätten die Naturwissenschaften einen »Deutungsvorsprung« gegenüber den Sozialwissenschaften. Für diesen Deutungsvorsprung gibt es zahlreiche Hinweise. Wenn man etwa die für ein breiteres Publikum erscheinenden Wissenschaftsjournale über einige Jahrgänge verfolgt, drängt sich die Erkenntnis auf, dass dort sozialwissenschaftliche Themen eher selten behandelt werden. Neben der geringen Quantität ist es auch die Art und Weise der Vorstellung solcher Themen, die dann

12 Wir haben selbst vor einigen Jahren eine Untersuchung zum Zusammenhang zwischen wissenschaftlichen Fachdisziplinen durchgeführt. Dabei fanden wir keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Physik und sozialwissenschaftlichen Disziplinen. Die Physik stand lediglich mit »Engineering and Technology«, »other Technologies« und »Architecture, Building and Planning« zusammen (Stegbauer/Rausch 1999).

13 Dass die Physiker nicht nur Wirkung in einer weiteren Öffentlichkeit entfalten, zeigt sich an der Förderpolitik der großen Wissenschaftsfinanzierer. Die Volkswagenstiftung hat beispielsweise ein Programm »Komplexe Netzwerke als fächerübergreifendes Phänomen« ausgeschrieben. Dieses wurde deutlich von den Publikationen der Physiker geprägt und obgleich überfachlich ausgerichtet, wurden praktisch lediglich Anträge von Physikern bewilligt.

oft aus dem Blickwinkel von Naturwissenschaften (soziobiologische Erklärungsmuster von sozialem Handeln, Spieltheorie etc.) erfolgt. Genau diese Leitmedien der Wissenschaftsberichterstattung werden von den Wissenschaftsjournalisten als Anregung für ihre Berichte in den Massenmedien genutzt. Die Verleihung der Nobelpreise ist ebenfalls ein wiederkehrender Anlass für intensive Berichterstattung. Hier fehlen sozialwissenschaftliche Themen weitestgehend, da hierfür kein Nobelpreis ausgelobt wurde. Hieraus kann man schließen, dass die Informationskanäle der Wissenschaftsjournalisten, in vielen Fällen an der Sozialwissenschaft vorbeigehen.

Ein Vorteil für die Soziologen hingegen sollte es sein, dass diese viel stärker in den anderen Teilen der Medien (hier vor allem der Printmedien) vertreten sind: in den Feuilletons und in der politischen Berichterstattung. Hier werden Stellungnahmen prominenter Soziologen sogar recht häufig abgedruckt, weit häufiger als die von Naturwissenschaftlern, wie Physikern. Wenn der Einfluss der Soziologen trotz häufigerer Medienpräsenz dennoch als geringer erscheint, dann mag dies daran liegen, dass die Soziologen hier als einige Stimmen unter vielen wahrgenommen werden und der spezifisch soziologische Blick nicht unbedingt offenbar wird. Dass es sich um Soziologen handelt, die sich hier äußern, erscheint in vielen Fällen als nicht besonders relevant. Es könnte sich im Prinzip auch jemand anderes äußern, was das dahinter liegende zu generalisierende Gesetz ist, wird nicht deutlich oder wäre viel zu kompliziert, um verstanden und erinnert zu werden. Die Botschaft und die Theorien der zitierten Physiker sind dagegen relativ simpel – und man kann das Phänomen an den verschiedensten Beispielen aufzeigen. Die Beiträge aus der Soziologie werden oft als pointierte Meinungs- oder Diskussionsbeitrag verstanden und sind daher nicht als Ausfluss wissenschaftlicher Forschung zu erkennen (sofern sie dies tatsächlich sind). Ihnen fehlt damit die aus der exakten Wissenschaft abgeleitete wissenschaftliche Autorität gegenüber den rezipierenden Laien.

Schon bei der ersten Tagung (eigentlich war es mehr ein Treffen) von an der Netzwerkanalyse interessierten (1972) kamen neben einem Ökonomen vor allem Soziologen zusammen. 1974 wurde bereits der Versuch unternommen, Wissenschaftler aus ganz unterschiedlichen Gebieten in Kontakt zu bringen. Neben Soziologen, die zusammen mit Anthropologen die Mehrheit stellten, waren Mathematiker und ein mathematischer Physiker anwesend. Freeman (2004: 142ff.) beschreibt, wie die ursprüngliche Dominanz von Soziologen zurückging, beispielsweise fand eine Serie von vier großen Meetings von Netzwerkforschern zwischen 1974 und 1977 auf Hawaii statt. Der Organisator versuchte, die Netzwerkanalyse auch für andere Disziplinen zu öffnen. Dies scheint auch gelungen zu sein, denn beim letzten dieser Treffen, es muss 1977 gewesen sein, waren zwar 90 Prozent der Vortragenden Soziologen, das Publikum bestand nur zur Hälfte aus Soziologen. Offenbar war die

Soziologie in dieser Zeit und in diesem Feld damals tatsächlich eine Leitwissenschaft.

Wenn man sich die Verteilung der Mitglieder des größten Verbandes der Netzwerkforscher INSNA, des International Network for Social Network Analysis im Jahr 2000 anschaut, dann bilden die Soziologen den größten Anteil von etwa 40 Prozent, jeweils zwischen 5–10 Prozent kommen von der Anthropologie, der Psychologie, der Kommunikationswissenschaft, Sozialarbeit und Politikwissenschaft. Zwischen ein und zwei Prozent der Mitglieder kommen aus der Stadtentwicklung, Computerwissenschaft, Ökonomie, Erziehungswissenschaft, Geographie, Gerontologie, Geschichte, Informationswissenschaft, Management Science, Mathematik, Psychiatrie, Public Health und Statistik (Wellman 2000, zitiert nach Freeman 2004: 148).

Obgleich die Zeit der frühen 1970er Jahre von Soziologen dominiert scheint, wäre die Geschichte der Netzwerkanalyse ohne eine Zusammenarbeit von Wissenschaftlern verschiedener Disziplinen nicht denkbar gewesen. Neben den Sozialwissenschaften waren schon immer auch Mathematiker und an wesentlicher Stelle auch Physiker beteiligt. Und der in die Soziologie emigrierte Physiker Harrison White ist sogar in besonderer Weise von Bedeutung – zum einen wegen der von ihm betriebenen Theorieentwicklung, die viele Anklänge der Denkweise von Physikern enthält und zum anderen wegen seiner Bedeutung bei der Ausbildung des Nachwuchses, der heute prominenten Netzwerk-Forscher.

Damals bereiteten an wesentlicher Stelle die Soziologen den anderen Wissenschaftlern den Weg für neuartige Analysen. Heute, mit dem großen Erfolg der Physiker ist es umgekehrt. Hier müssen die Sozialwissenschaften, auch wenn ihnen von den Physikern etwas die Schau gestohlen wird, den Naturwissenschaftlern dafür dankbar sein, dass mit ihren Arbeiten dieses Thema neue Aufmerksamkeit erregte. Damit bereiteten die Physiker den Grund für die verstärkte neuerliche Wahrnehmung der sozialwissenschaftlichen Netzwerkanalyse. In diesem Sinne, auch wenn es zynisch klingen mag, waren die Anschläge vom 11. September 2001 hinsichtlich einer Verbreitung dieser Forschungsrichtung »vorteilhaft«, hier ergab sich ein Feld. Netzwerkanalyse zur Terrorabwehr. Ein erster Artikel hierzu wurde im Verbandsmagazin »Connections« des International Network of Social Network Analysis, schon in der Winternummer 2001 von Valdis Krebs (2002) veröffentlicht. Für die Techniken der Netzwerkanalyse interessierte sich dann das US-Heimatschutzministerium immer stärker.¹⁴ Kann man davon etwas für die Soziologie ableiten? Was heißt dies für die Weiterentwicklung der Soziologie? Sie ist in einem aufstrebenden Feld mit neuen Erklärungen für soziale Phänomene aufgrund ihrer in den letzten Dekaden entwickelten Theorien gut positioniert. In der Bundesrepublik ist das

14 In Anekdoten, die innerhalb der Netzwerkforscher kursieren, wird berichtet, dass auch der deutsche Verfassungsschutz bereits Kontakt zu Experten auf diesem Gebiet suchte.

Netzwerkparadigma allerdings noch nicht so weit verbreitet, wie in den USA (oder allenfalls als Metapher). Wenn man den Anschluss an das sich schnell entwickelnde Feld neuer Methoden halten will, wird man auf die Zusammenarbeit mit den Naturwissenschaftlern angewiesen sein. Physiker, Mathematiker und Informatiker verfügen über die Mittel (Programmierung) und den Sachverstand (mathematische Ausbildung) die Methoden der Netzwerkanalyse anzuwenden. Auf diese Weise steht ihnen im Prinzip das gesamte Instrumentarium zur Verfügung. Was dort aber vor allem fehlt, ist der soziologische Hintergrund zur Interpretation der Daten und für weitergehende Fragestellungen und Forschungsideen die substanzieller sind, als diejenigen, die sich aus »Allgemeinwissen« ableiten. Um die Deutungshoheit zu behalten und nicht in eine ähnliche Debatte, wie die zwischen Max Weber und Wilhelm Ostwald zu Beginn des 20. Jahrhunderts abzugleiten, in der soziale Phänomene mit naturwissenschaftlichen Theorien erklärt werden sollten, bleiben genuin soziologische Theorien notwendig. Dies ist beispielsweise Duncan Watts durchaus bewusst.

Soziologen fehlt allerdings sehr häufig die notwendige methodische Bildung: Neben Statistik und allgemeinen Methoden wird Netzwerkanalyse, anders als in den USA in der Bundesrepublik nur selten gelehrt. Aber Kenntnisse der Netzwerkanalyse reichen nicht aus, denn es sind weitergehende mathematische Grundlagen bedeutsam und zur Erschließung von Netzwerkdaten sind Programmierkenntnisse notwendig. Das Feld wird für die Sozialwissenschaft nur mit einer Ausweitung der Zusammenarbeit mit Mathematik, Physik und Informatik weiter zu entwickeln sein. Hier ergibt sich tatsächlich trotz aller bekannter Schwierigkeiten eine Chance zur transdisziplinären Zusammenarbeit (Gibbons et al 1994), um Wissen auf eine »neue« Art zu produzieren.

Die hier betrachteten Physiker sind allerdings nur die Spitze eines Eisberges – ziemlich viele Physiker beschäftigen sich mittlerweile mit Netzwerkanalyse – und mehr noch, es gibt sogar Ethnologen, die in physikalischen Fachzeitschriften veröffentlichen. Hierauf sollte sich die Soziologie einstellen, um wieder an Boden zu gewinnen und damit die in der Rubrik »Soziologie« erscheinenden Artikel im ScienceMag in Zukunft vielleicht tatsächlich von Soziologinnen oder Soziologen geschrieben werden.

Wichtig ist aber noch etwas weiteres: Für andere Wissenschaftsbereiche, so die Literaturwissenschaft und auch weitere Teile der Geisteswissenschaften, die Kommunikationswissenschaft, die Pädagogik, die Wirtschaftswissenschaften etc., für die die Soziologie eine Bezugswissenschaft darstellt, nehmen begierig Fragestellungen und Antworten der Netzwerkanalyse auf und benötigen die Expertise von Soziologen. In diesem Feld deutet sich eine Wiederbelebung der einstigen Bedeutung der Soziologie an.

Es geht aber noch weiter, mit der Entwicklung von Social Software Anwendungen im Internet, also solchen Applikationen, bei denen die Benutzer selbst die Inhalte erstellen und bei denen soziale Vernetzungen eine Triebfeder für das Handeln sein sollen, werden im Prinzip soziologische Expertisen/Netzwerkexpertisen ebenfalls gefragt. Dies sieht man beispielsweise daran, dass die Deutsche Gesellschaft für Informatik bei ihrer Jahrestagung 2006 auch einen Workshop zum Thema »Formation of Social Networks in Social Software Applications«¹⁵ anbietet.

Dies wird weiterhin offenbar, wenn man bedenkt, dass die Netzwerkanalyse im internationalen Bereich ein wichtiges Wachstumsfeld darstellt, in dem Soziologen substantielle Entwicklungen geleistet haben. Man kann erwarten, dass sich diese Entwicklung noch weiter fortsetzt. Es wäre sicherlich unklug, diese hoffnungsvolle Stellung mit all ihren Chancen angesichts der Invasion der Physiker zu räumen. Sie sollte in Zusammenarbeit mit diesen ausgebaut werden. Hierzu ist aber auch eine Förderung dieses innerhalb der deutschen Soziologie immer noch stark vernachlässigten Bereichs notwendig. Er kommt in dem Methodenkanon bislang nicht oder nur am Rande vor – in den USA hingegen wird massiv in den Ausbau dieser Forschungsrichtung investiert.

Literatur

- Anderson, Benedict (1983), *Imagined Communities: Reflections on the Origin and Spread of Nationalism*, New York.
- Barabási, Albert-László (2005), »Network Theory – the Emergence of the Creative Enterprise«, *Science* 308, S. 639–641.
- Barabasi Homepage, <http://www.nd.edu/~networks/Publication%20Categories/publications.htm> anchor-allpub0001 (26.04.2007).
- Bonacich, Phillip (2004), »The Invasion of the Physicists«, *Social Networks*, Jg. 26, H. 3, July 2004, S. 285–288.
- Freeman, Linton C. (2004), *The Development of Social Network Analysis. A Study in the Sociology of Science*, Vancouver.
- Gibbons, Michael u.a. (1994), *The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies*, London u.a.
- Granovetter, Mark S. (1973), »The Strength of Weak Ties«, *American Journal of Sociology*, Jg. 78, H. 6, S. 1360–1380.
- Krebs, Valdis E. (2002), »Mapping Networks of Terrorist Cells«, *CONNECTIONS* Jg. 24, H. 3, S. 43–52, <http://www.insna.org/Connections-Web/Volume24-3/Valdis.Krebs.web.pdf> (17.11.2006).
- Liljeros, Fredrik u.a. (2002), »The web of human sexual contacts«, *Nature* 411, S. 907–908.

15 <http://www.informatik2006.de/286.html> (16.09.2006).

- Merton, Robert K. (1968), *Social Theory and Social Structure*, New York.
- Milgram, Stanley (1967), »The small world problem«, *Psychology Today*, Jg. 2, S. 60–67.
- Mullins, Nicolas (1973), *Theory and Theory Groups in Contemporary American Sociology*, New York.
- Newman, Mark/Barabási, Albert-László/Watts, Duncan J. (2006), *The Structure and Dynamics of Networks*, Princeton.
- Oltvai, Zoltán N./Barabási, Albert-László (2002), »Systems Biology: Life's Complexity Pyramid«, *Science* 298, S. 763–764.
- Schwartz, Michael M. (1966), *Vorlesungsmitschift des Kurses »Social Relations 10«*, <http://www.isnae.org/papers/Soc%20Rel%2010%20Spr%201967%20M%20Schwartz%20notes.pdf> (17.11.2006).
- Stegbauer, Christian/Rausch, Alexander (2001), »Neue Wissensproduktion durch das Internet? Vernetzung von wissenschaftlichen Diskussionsforen am Beispiel des MAILBASE-Systems«, in: Gerd Bender (Hg.), *Neue Formen der Wissenserzeugung*, Frankfurt a.M., S.163–180.
- Taschwer (2006), *Science und Nature geben die Themen vor. SCI-Blog. Blog für Wissenschaftskommunikation*. <http://www.sciblog.at/stories/1127/> (26.04.2007).
- Weber, Max (1922), *Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre*. Tübingen: Mohr (zuerst: Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik. 29. Bd. 1909).
- Wellman, Barry (2000), »Networking network analysts: How INSNA (the International Network for Social Network Analysis) came to be«, *Connections* 23, S. 20–31.
- Watts, Duncan J. (1999), *Small Worlds: The Dynamics of Networks between Order and Randomness*, Princeton.
- Watts, Duncan J. (2003), *Six Degrees. The Science of a Connected Age*, New York.
- Watts Homepage on Small World Project, <http://smallworld.columbia.edu/watts.html> (26.04.2007).